



REGIONE MARCHE
Servizio Protezione Civile



Attuazione dell'articolo 11 della Legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO

ABACHI REGIONALI

Rev.2

OTTOBRE 2018

Realizzato da OGS di Trieste (2015) e modificato dalla Commissione Tecnica Regionale (2018)



Abachi e modalità applicative per il loro utilizzo nella redazione di carte di Microzonazione Sismica di Livello II nell'area marchigiana

Vengono di seguito forniti gli abachi per la realizzazione di carte di livello II nell'area marchigiana. Quest'ultima è stata suddivisa in tre grandi domini: il dominio Calcareo, quello Terrigeno ed il dominio Alluvionale. Nell'Allegato 1 è riportata l'appartenenza dei singoli comuni ai diversi domini e, in caso di attribuzione dubbia oppure laddove fossero presenti nello stesso comune caratteristiche proprie di diversi domini, viene riportata più di un'appartenenza.

Per ciascuno di questi domini vengono definite due triplette di abachi (Allegato 2). La prima tripletta riguarda le situazioni nelle quali la profondità del tetto del substrato sismico (ovvero il tetto dei corpi geologici con velocità delle onde S almeno pari a 800m/s) è maggiore di 30m e la seconda relativa alle situazioni in cui questo substrato si trova a profondità comprese tra 3 m e 30 m. Per ciascuna di queste due situazioni ci sono tre abachi relativi rispettivamente a tre intervalli di periodo di vibrazione: 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s e 0.7-1.1 s.

Ciascun abaco riporta un valore del fattore di amplificazione (relativo quindi allo specifico dominio, classe di profondità del substrato sismico e intervallo di periodo di vibrazione) in funzione di due grandezze i cui valori andranno ricavati per via sperimentale: il valore di V_{S30} o V_{SH} ed il valore della frequenza di risonanza f_0 relativa alle coperture. Per V_{S30} si intende la velocità media delle onde S nei primi 30 metri, per V_{SH} la velocità media fino al substrato sismico: le due stime di velocità sono da utilizzarsi rispettivamente nei casi in cui il substrato sismico si trova oltre o al di sotto dei 30m. I due parametri chiave (V_{S30} o V_{SH} , f_0) sono indicati in forma di classi di valori secondo quanto indicato nella Tabella 1 che segue.

Classi	
frequenza (Hz)	$f_0 < 1$
	1.5 $1 \leq f_0 < 2$
	2.5 $2 \leq f_0 < 3$
	3.5 $3 \leq f_0 < 4$
	4.5 $4 \leq f_0 < 5$
	5.5 $5 \leq f_0 < 6$
	6.5 $6 \leq f_0 < 7$
	7.5 $7 \leq f_0 < 8$
	≥ 8
velocità (m/s)	$V_s < 200$
	300 $200 \leq V_s < 400$
	500 $400 \leq V_s < 600$
	700 $600 \leq V_s < 800$

Tabella 1: Classi relative ai valori dei due parametri rappresentativi dalla situazione sismo-stratigrafica locale: la frequenza di risonanza (f_0) e la velocità media delle onde S vicino alla superficie (V_{S30} o V_{SH}).

Laddove il substrato sismico è affiorante, i fattori di amplificazione sono posti pari a 1 per tutti e tre gli intervalli di periodo.



La procedura prevista per l'applicazione degli abachi è la seguente:

1. *si individua l'abaco relativo alla località di interesse (a partire dal dominio geologico di appartenenza). Nell'Allegato 1 viene fornita una attribuzione di massima dei comuni al dominio geologico di riferimento; nel caso di territori comunali per i quali si può pensare all'attribuzione di più abachi (a causa della forte eterogeneità delle condizioni geologiche all'interno dello stesso territorio comunale) si può pensare di usare entrambi gli abachi e di scegliere come valore finale per la specifica situazione incontrata quello che fornisce il valore di FA più conservativo.*
2. *Nelle varie parti della microzona omogenea in prospettiva sismica (MOPS) definita dall'analisi di livello I si definisce la profondità attesa del substrato (sezione geologica fornita nella MZS di livello I) ed in particolare si stabilisce se questo si trova sopra o sotto i 30 m di profondità; per spessori delle coperture inferiori a 3 m il basamento sismico è considerato affiorante.*
3. *Si eseguono misure di tipo sismico per la definizione del valore di V_{S30} o V_{SH} (per esempio con tecniche attive di tipo MASW o tecniche passive tipo ESAC) e di f_0 (per esempio con misure del tipo HVSR).*
4. *Aa questo punto si consulta l'abaco per ricavare i valori di FA da utilizzare per i tre intervalli di periodo. Laddove affiori il substrato sismico (zone stabili non soggette ad amplificazione) il valore di FA è posto uguale a 1.*

Va sottolineato che le misure di f_0 e V_{S30} (oppure V_{SH}) andranno sempre eseguite: l'ultima colonna dell'abaco in Allegato 1 sarà utilizzabile solo nel caso in cui non sia possibile dedurre dalla misura sperimentale il valore di f_0 (per esempio quando la curva HVSR è piatta).

Qualora la specifica situazione in termini di valori di f_0 e V_{S30} (oppure V_{SH}) non fosse presente nell'abaco corrispondente alla zona di studio (ovvero non è stata mai considerata nelle simulazioni) si segnalerà l'esigenza di studi più di dettaglio (modellazione della risposta sismica locale) rimandando la stima di FA a livelli di approfondimento successivi. Sono presenti anche valori corrispondenti a configurazioni piuttosto rare (valori in grigio chiaro) relativi a meno di 10 simulazioni. Queste configurazioni dovrebbero essere considerate con molta cautela (e segnalate nella relazione) o, eventualmente, ignorate.

Per quanto riguarda la stima di f_0 mediante curve dei rapporti spettrali delle vibrazioni ambientali (curve HVSR) vale quanto segue.

- a) *Si considerano solo i valori di f_0 corrispondenti a massimi relativi all'intervallo 0.5-20 Hz: se all'interno di questo intervallo non sono presenti altri massimi, la curva HVSR può essere considerata piatta.*
- b) *Se esiste un solo massimo significativo all'interno dell'intervallo 0.5-20 Hz, il valore di f_0 è quello corrispondente a questo massimo.*
- c) *Se esiste più di un massimo significativo all'interno dell'intervallo 0.5-20Hz si possono utilizzare i diversi valori di frequenza corrispondenti a questi massimi e valutare i corrispondenti valori di FA: si sceglierà come valore rappresentativo di FA quello maggiore fra quelli determinati in questo modo.*

Nelle situazioni morfologicamente complesse (siano esse suscettibili di amplificazione stratigrafica o no) è possibile effettuare una prima stima del fattore di amplificazione legato ad effetti legati alla



REGIONE MARCHE
Servizio Protezione Civile



topografia. Una procedura semplificata è riportata nell'Allegato 3. I valori di FA stimati mediante questa procedura servono solo per segnalare la possibile presenza di effetti morfologici e la conseguente possibile inapplicabilità degli abachi (per esempio quando il valore di FA per effetto morfologico supera quello previsto dall'abaco). Questo tipo di situazione va segnalato nella relazione con l'indicazione della necessità di ulteriori livelli di approfondimento da rimandare a studi successivi.



Allegato 1 - Attribuzione degli abachi ai Comuni delle Marche

I comuni che presentano due attribuzioni tengono conto del fatto che il centro abitato ricade in un Dominio Geologico (il primo indicato) mentre le frazioni principali ricadono nell'altra (es. Camerino, Treia, Montelupone, Civitanova Marche, ecc., con il centro abitato su substrato o detrito e le principali frazioni sul fondovalle). Nel caso del Dominio Geologico della "Valmarecchia" (4 comuni tutti collocati nella Provincia di Pesaro-Urbino) non esistono dati per la caratterizzazione delle relative TLS e quindi non sono stati sviluppati abachi per questi comuni.

COMUNI	SITUAZIONE LITO-STRATIGRAFICA
	C- Dominio Calcareao; A- Dominio Alluvionale; T- Dominio Terrigeno; V- Dominio "Valmarecchia"
Provincia di Ancona	
Agugliano,	T
Ancona,	A
Arcevia,	C
Barbara,	T
Belvedere Ostrense,	T
Camerano,	A + T
Camerata Picena,	T
Castel Colonna,	T
Castellino,	A + T
Castelfidardo,	A + T
Castelleone di Suasa,	A + T
Castelplanio,	T



Cerreto d'Esi,	A
Chiaravalle,	A
Corinaldo,	T
Cupramontana,	T
Fabriano,	C
Falconara Marittima,	A
Filottrano,	T
Genga,	C
Jesi,	A
Loreto,	A + T
Maiolati Spontini,	T
Mergo,	A + T
Monsano,	A + T
Monte Roberto,	T
Monte San Vito,	A
Montecarotto,	T
Montemarciano,	A + T
Monterado,	T
Morro d'Alba,	A
Numana,	C



Offagna,	T
Osimo,	A + T
Ostra,	T
Ostra Vetere,	T
Poggio San Marcello,	T
Polverigi,	A + T
Ripe,	T
Rosora,	T
San Marcello,	T
San Paolo di Jesi,	T
Santa Maria Nuova,	T
Sassoferrato,	C
Senigallia,	A
Serra San Quirico,	C
Serra de' Conti,	A + T
Sirolo,	C
Staffolo	T

Provincia di Ascoli Piceno	
Acquasanta Terme,	T
Acquaviva Picena,	A + T



Appignano del Tronto,	T
Arquata del Tronto,	A + T
Ascoli Piceno,	A + T
Carassai,	T
Castel di Lama,	A + T
Castignano,	T
Castorano,	T
Colli del Tronto,	A
Comunanza,	C + A
Cossignano,	T
Cupra Marittima,	A + T
Folignano,	T
Force,	T
Grottammare,	A + T
Maltignano,	T
Massignano,	A + T
Monsampolo del Tronto,	A + T
Montalto delle Marche,	T
Montedinove,	T
Montefiore dell'Aso,	T
Montegallo,	T
Montemonaco,	C + T
Monteprandone,	A + T
Offida,	T
Palmiano,	T
Ripatransone,	T
Roccafluvione,	C + A



Rotella,	A
San Benedetto del Tronto,	A
Spinetoli,	A
Venarotta.	T

Provincia di Fermo	
Altidona,	T
Amandola,	A + T
Belmonte Piceno,	T
Campofilone,	T
Falerone,	A + T
Fermo,	A + T
Francavilla d'Ete,	T
Grottazzolina,	A
Lapedona,	T
Magliano di Tenna,	T
Massa Fermana,	T
Monsampietro Morico,	T
Montappone,	T
Montefalcone Appennino,	A + T
Montefortino,	C
Monte Giberto,	T
Montegiorgio,	A + T
Montegranaro,	T
Monteleone di Fermo,	T
Montelparo,	T
Monte Rinaldo,	T



Monterubbiano,	T
Monte San Pietrangeli,	T
Monte Urano,	T
Monte Vidon Combatte,	T
Monte Vidon Corrado,	T
Montottone,	T
Moresco,	A
Ortezzano,	A
Pedaso,	A
Petricoli,	T
Ponzano di Fermo,	T
Porto San Giorgio,	A
Porto Sant'Elpidio,	A
Rapagnano,	T
Santa Vittoria in Matenano,	A + T
Sant'Elpidio a Mare,	T
Servigliano,	A
Smerillo,	T
Torre San Patrizio	T

Provincia di Macerata	
Acquacanina,	C
Apiro,	T
Appignano,	A + T
Belforte del Chienti,	A + T
Bolognola,	C
Caldarola,	A + T



Camerino,	A + T
Camporotondo di Fiastrone,	T
Castelraimondo,	A
Castelsantangelo sul Nera,	C + A
Cessapalombo,	A + T
Cingoli,	C + T
Civitanova Marche,	A + T
Colmurano,	A + T
Corridonia,	A + T
Esanatoglia,	C + A
Fiastra,	C
Fiordimonte,	C
Fiuminata,	C + A
Gagliole,	C + A
Gualdo,	T
Loro Piceno,	T
Macerata,	A + T
Matelica,	A + T
Mogliano,	T
Monte Cavallo,	C
Monte San Giusto,	T
Monte San Martino,	T
Montecassiano,	A
Montecosaro,	A + T
Montefano,	T
Montelupone,	A + T
Morrovalle,	A + T



Muccia,	C + A
Penna San Giovanni,	T
Petriolo,	T
Pieve Torina,	C + A
Pievebovigliana,	A + T
Pioraco,	C + A
Poggio San Vicino,	C
Pollenza,	A + T
Porto Recanati,	A + T
Potenza Picena,	A + T
Recanati,	A + T
Ripe San Ginesio,	A + T
San Ginesio,	T
San Severino Marche,	A + T
Sant'Angelo in Pontano,	C
Sarnano,	C + A
Sefro,	C + A
Serrapetrona,	C
Serravalle di Chienti,	C + A
Tolentino,	A + T
Treia,	A + T
Urbisaglia,	A
Ussita,	C + A
Visso.	C + A

Provincia di Pesaro Urbino	
Acqualagna,	C + A



Apecchio,	T
Auditore,	T
Barchi,	T
Belforte all'Isauro,	A
Borgo Pace,	A
Cagli,	C
Cantiano,	C
Carpegna,	A
Cartoceto,	T
Colbordolo,	T
Fano,	A
Fermignano,	T
Fossombrone,	A
Fratte Rosa,	T
Frontino,	A
Frontone,	A
Gabicce Mare,	A + T
Gradara,	T
Isola del Piano,	T
Lunano,	A
Macerata Feltria,	T
Mercatello sul Metauro,	A
Mercatino Conca,	A
Mombaroccio,	T
Mondavio,	T
Mondolfo,	A + T
Monte Cerignone,	A + V (DA FARE)



Monte Grimano Terme,	V (DA FARE)
Monte Porzio,	A
Montecalvo in Foglia,	T
Monteciccardo,	T
Montecopiolo,	V (DA FARE)
Montefelcino,	T
Montelabbate,	A + T
Montemaggiore al Metauro,	A
Orciano di Pesaro,	T
Peglio,	T
Pergola,	A
Pesaro,	A
Petriano,	T
Piagge,	T
Piandimeleto,	A
Pietrarubbia,	T
Piobbico,	C + A
Saltara,	A
San Costanzo,	T
San Giorgio di Pesaro,	T
San Lorenzo in Campo,	A
Sant'Angelo in Lizzola,	T
Sant'Angelo in Vado,	A
Sant'Ippolito,	T
Sassocorvaro,	A + T
Sassofeltrio,	V (DA FARE)
Serra Sant'Abbondio,	C



REGIONE MARCHE
Servizio Protezione Civile



Serrungarina,	T
Tavoleto,	T
Tavullia,	T
Urbania,	A
Urbino.	T



Allegato 2 – Abachi per la realizzazione delle carte di microzonazione sismica di livello II

ZONA CALCAREA Profondità basamento sismico > 30 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200										
	300	1.1	1.5	2.0	2.2	2.4	2.5	2.3	2.2	1.9	2.1
	500	1.0	1.3	1.3	1.4	1.6	1.5	1.4	1.6	1.6	1.4
	700		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3
	≥800				1.2	1.2					1.2

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200										
	300	1.5	2.0	2.5	2.5	2.4	2.3	2.0	1.8	1.7	2.0
	500	1.4	1.7	1.6	1.5	1.8	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6
	700		1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.4	1.4	1.3	1.4
	≥800				1.2	1.2					1.2

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200										
	300	1.9	2.0	1.8	2.3	2.0	1.7	1.5	1.4	1.4	1.7
	500	1.8	1.7	1.4	1.3	1.8	1.5	1.4	1.3	1.3	1.5
	700		1.4	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
	≥800				1.1	1.1					1.1



ZONA CALCAREA Profondità basamento sismico < 30 m e >3 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200	0.9	1.3	1.7	2.6	2.5	2.7				1.4
	300	0.8	1.3	1.7	2.1	2.4	2.6	2.5	2.3	2.1	2.1
	500		0.8	1.3	1.5	1.6	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5
	700				1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3
	≥800								1.2	1.2	1.2

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200	1.5	2.1	2.4	1.9	1.8	1.6				2.1
	300	1.5	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.8	1.6	1.5	1.9
	500		1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2	1.3
	700				1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1
	≥800								1.1	1.0	1.0

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200	2.1	2.4	1.7	1.5	1.4	1.3				2.3
	300	1.9	2.1	1.6	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5
	500		1.6	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	700				1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	≥800								1.0	1.0	1.0



ZONA ALLUVIONALE Profondità basamento sismico > 30 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	1.0	1.3	1.5							1.3
	300	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.5
	500	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5
	700	0.9	1.1	1.3		1.4			1.2	1.1	1.1
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	1.8	2.1	2.1							2.0
	300	1.6	2.0	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9	1.7	1.7	1.9
	500	1.3	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5
	700	1.1	1.3	1.5		1.3			1.3	1.3	1.3
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	2.5	2.7	1.8							2.6
	300	2.0	2.2	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.9
	500	1.5	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5
	700	1.3	1.4	1.3		1.2			1.3	1.4	1.4
	≥800										



ZONA ALLUVIONALE Profondità basamento sismico < 30 m e >3 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200			1.6	2.0						1.8
	300	0.6	1.1	1.4	1.8	2.2	2.3	2.2	2.1	1.9	2.0
	500			1.5	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.7	1.8
	700						1.4		1.7	1.5	1.5
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200			2.3	1.9						2.1
	300	1.2	1.8	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3	1.4	1.4	1.6
	500			1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3
	700						1.2		1.2	1.2	1.2
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200			1.6	1.4						1.6
	300	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
	500			1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2
	700						1.1		1.1	1.1	1.1
	≥800										



ZONA TERRIGENA Profondità basamento sismico > 30 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	1.2	1.6	2.0							1.5
	300	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.2	2.0	1.9	1.7
	500	1.2	1.3	1.6	1.5	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.6
	700	0.9	1.3	1.4	1.6	1.5	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	2.0	2.6	2.7							2.5
	300	1.6	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.9
	500	1.3	1.5	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6
	700	1.2	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs30 (m/s)	<200	2.6	3.0	2.9							2.9
	300	1.9	2.0	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.6	1.8
	500	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5
	700	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4
	≥800										



ZONA TERRIGENA Profondità basamento sismico < 30 m e >3 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (s/m)	<200										
	300		1.6	2.0	2.4	2.5	2.5	2.4	1.8	1.9	2.4
	500		1.0	1.6	2.2	2.3	2.4	1.8	1.7	1.5	1.6
	700							1.4	1.5	1.3	1.3
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (m/s)	<200										
	300		2.4	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.3	1.3	1.8
	500		1.1	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2
	700							1.1	1.1	1.2	1.2
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
VsH (m/s)	<200										
	300		2.0	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.4
	500		1.1	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2
	700							1.1	1.1	1.1	1.1
	≥800										



Allegato 3 – Procedura semplificata per la valutazione degli effetti morfologici

Campo di applicazione: serve per stimare in prima approssimazione l'amplificazione topografica per pendii (Fig. 1a) e rilievi isolati con larghezza in cresta molto minore che alla base ($l < L/3$) (Fig. 1b).

Miglioramenti rispetto ai coefficienti di normativa: nella procedura proposta si tiene conto della dipendenza dell'amplificazione topografica dalla frequenza (cioè dell'evidenza che i fenomeni di amplificazione topografica avvengono prevalentemente in determinati campi di periodo); per le creste si valuta in maniera quantitativamente più realistica il fenomeno (i fattori di normativa, al massimo 1.4, possono sottostimare i fenomeni).

Il valore del coefficiente di amplificazione topografica F_t e del corrispondente periodo T_0 possono essere stimati con le procedure riportate di seguito.

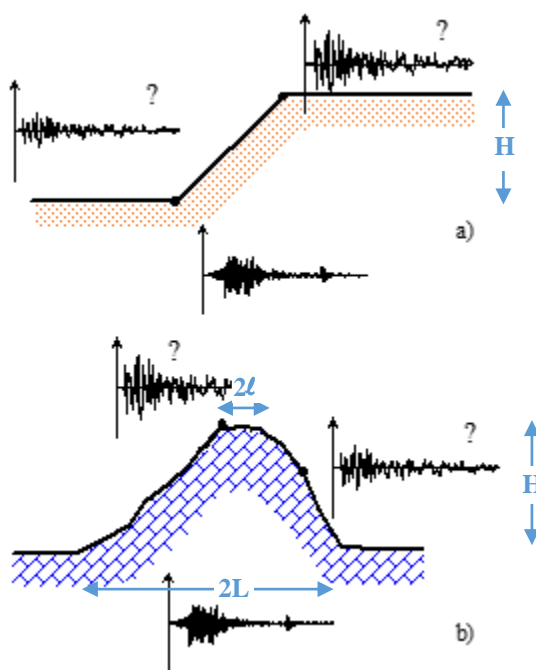


Fig. 1. Configurazioni topografiche considerate: pendio (a), rilievo isolato o cresta (b)

Pendii

Stima di F_t

In accordo con i risultati ottenuti da Ashford et al. (1997), il fattore di amplificazione topografica F_t alla sommità del pendio può essere posto pari a:

$F_t = 1.0$ per pendii di inclinazione minore di 15°

$F_t = 1.2$ per pendii di inclinazione maggiore di 15° e minore di 30°

$F_t = 1.4$ per pendii di inclinazione maggiore di 30° (e fino a 75°)

$F_t = 1.55$ per pendii subverticali (rupi)



Lungo il pendio, se l'inclinazione è minore di 15°, si pone $F_t=1$; se l'inclinazione è maggiore di 15°, si pone sempre $F_t=1.2$

Stima di T_0

Sulla sommità dei pendii i fenomeni di amplificazione topografica interessano prevalentemente i valori di periodo intorno a (Ashford et al., 1997):

$$T_0 = 5H/V_s \quad (1)$$

dove H è altezza del pendio (Fig.1a), V_s è la velocità delle onde di taglio media (pesata sullo spessore) dei materiali che costituiscono il pendio.

Lungo il pendio, se l'inclinazione è maggiore di 15°, si utilizza sempre la (1) per il calcolo di T_0 assumendo come valore di H il valore medio dell'altezza riferita al piede del pendio.

Rilievi isolati con larghezza in cresta molto minore che alla base ($l < L/3$)

Stima di F_t

Il fattore di amplificazione topografica in cresta può essere valutato a partire dalla retta di regressione riportata nel grafico di Fig. 2 in funzione del rapporto di forma H/L con H altezza del rilievo.

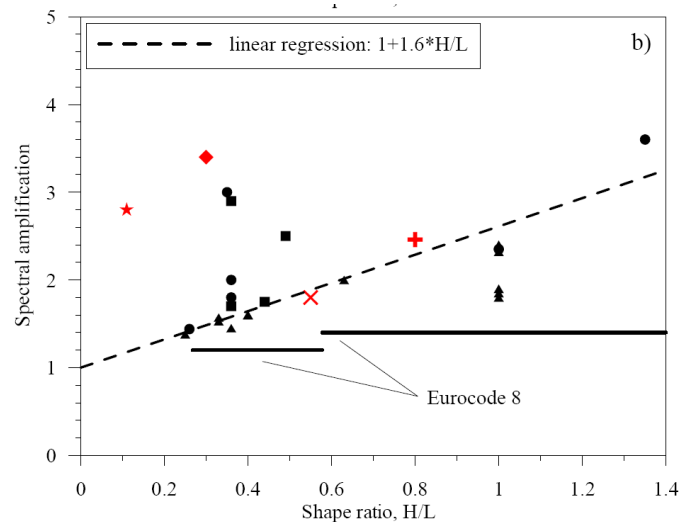


Fig. 2 Fattore di amplificazione topografica per rilievi isolati (Pagliaroli et al., 2007)

Lungo i fianchi del rilievo, se inclinazione è compresa tra 15° e 30° si pone $F_t = 1.2$; se inclinazione è maggiore di 30° si pone $F_t = 1.4$.

Stima di T_0

Alla cresta di rilievi isolati i fenomeni di amplificazione topografica interessano prevalentemente i valori di periodo intorno a (Paolucci, 2002):



$$T_0 = 1.1 * 2L/V_s \quad (2)$$

dove L è la semi-larghezza del rilievo misurata alla base (Fig. 1b), V_s è la velocità delle onde di taglio media (pesata sullo spessore) dei materiali che costituiscono il rilievo.

Lungo i fianchi del rilievo, per il calcolo di T_0 si utilizza sempre la (2).

Rappresentazione e archiviazione

Ai fini della rappresentazione e archiviazione dei risultati ottenuti si distinguono i due casi di:

- 1) Substrato sismico affiorante
- 2) Substrato sismico non affiorante (incluso il caso di substrato geologico affiorante o subaffiorante)

Caso 1)

Nel caso di aree con substrato sismico affiorante o subaffiorante (formazioni litoidi con $V_s \geq 800$ m/s, in cui il fattore di amplificazione per effetti stratigrafici calcolato sarà quindi uguale ad 1), il valore del coefficiente di amplificazione topografica calcolato per una data area dovrà essere inserito nella colonna F_t dello shapefile "Stab" per quell'area. Tale valore andrà rappresentato solo nelle carte relative agli intervalli di periodo in cui ricade T_0 (ad es. se $T_0=0.2s$ sarà rappresentato solo nella carta di MS relativa al valore di FA nell'intervallo (0,1-0,5)s ; se $T_0=0.45s$ sarà rappresentato sia nella carta di MS relativa al valore di FA nell'intervallo (0,1-0,5)s che in quella relativa al valore di FA nell'intervallo (0,4-0,8)s, ecc.).

Caso 2)

In tutti gli altri casi, incluso quello di substrato geologico affiorante o subaffiorante (formazioni litoidi con $V_s < 800$ m/s e quindi con un fattore di amplificazione stratigrafico calcolato diverso da 1), il coefficiente di amplificazione topografica (F_t) non dovrà essere inserito nello shapefile "Stab", né utilizzato come moltiplicatore del fattore di amplificazione stratigrafica.

In tutti i casi, i valori di F_t e del corrispondente T_0 dovranno essere riportati nella relazione con l'indicazione della necessità di ulteriori livelli di approfondimento da rimandare a studi successivi.



REGIONE MARCHE
Servizio Protezione Civile



Bibliografia

ASHFORD S. A., SITAR N. (1997). Analysis of Topographic Amplification of Inclined Shear Waves in a Steep Coastal Bluff. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 87: 692-700.

PAOLUCCI R. (2002). Amplification of earthquake ground motion by steep topographic irregularities. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31: 1831-1853.

PAGLIAROLI A., LANZO G., D'ELIA B., COSTANZO A., SILVESTRI F. (2007). Topographic amplification factors associated to cliff morphology: numerical results from two case studies in Southern Italy and comparison with EC8 recommendations. XIV European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Workshop on geotechnical aspect of EC8, Madrid (Spain), September 25, 2007, CD-ROM, 10 pp.